

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-139580

(43)Date of publication of application : 26.05.1998

(51)Int.Cl.

C30B 11/00  
B22D 11/00  
B22D 11/22  
C30B 29/06

(21)Application number : 08-317128

(71)Applicant : JAPAN STEEL WORKS  
LTD:THE

(22)Date of filing : 13.11.1996

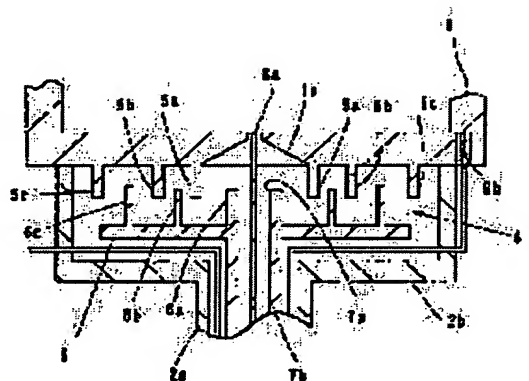
(72)Inventor : YAMADA NORIAKI  
SAIKUDOU RIYUUJI

## (54) PRODUCTION OF UNIDIRECTIONALLY SOLIDIFIED MATERIAL AND UNIDIRECTIONAL SOLIDIFYING DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a unidirectionally solidified material having good quality by cooling the bottom of a casting mold in such a manner that the cooling efficiency decreases from its center to its periphery while aparing the casting mold from the heat source at the time of producing the unidirectionally solidified material by unidirectionally solidifying molten Si, etc., in the casting mold.

**SOLUTION:** The casting mold 1 of a blind cylinder type is placed on a lifting table and an annular heater for heating is arranged on its circumference. This lifting table consists of a rod cylindrical part 2 of a small diameter and an imposing cylindrical part 2b of a large cylindrical form. A cooling chamber 4 is formed between the casting mold 1 and the lifting table. The casting mold 1 has annular heat radiation fine 5a to 5c and the spacings therebetween are widened on the outer side thereof. A ventilation path wall plate 6 having annular pieces 6a to c alternated with the heat radiation fins 5a to 5c exists in the lifting table and a cooling gas is fed from the inside of the vent pipe 76 in the rod cylinder part 2 to cool the base of the casting mold 1. The raw material 10 (pure Si) is melted by the heater and therefore, the lifting table is lowered, by which the solidification of the raw material 10 is initiated upward from the bottom end.



The unidirectionally solidified material is thus obtd.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Or the raw material which cooled the migration side edge section of said mold with the cooling medium, and was dissolved in mold while moving both in the specific direction is set to the manufacture approach of the one direction coagulation material which an one direction is made to solidify. the mold and the heat source which held the raw material are kept away mutually -- as -- while -- The manufacture approach of the one direction coagulation material characterized by cooling with a cooling medium so that the migration side edge section of said mold may be hung on a periphery from a core and cooling effectiveness may decrease [claim 2] Or in the manufacture approach of the one direction coagulation material which makes an one direction solidify the raw material which cooled the migration side edge section of said mold with the cooling medium, and was dissolved in mold while moving both in the specific direction, gas is used as said cooling medium. the mold and the heat source which held the raw material are kept away mutually -- as -- while -- The manufacture approach of the one direction coagulation material characterized by spraying gas after cooling mold on the raw material in mold [claim 3] Or the raw material which was made to move both in the specific direction and dissolved is set to the manufacture approach of the one direction coagulation material which an one direction is made to solidify. the mold and the heat source which held the raw material are kept away mutually -- as -- while -- The manufacture approach of the one direction coagulation material characterized by approaching the migration side edge section of said mold, arranging an auxiliary heat source, adding heating by the auxiliary heat source to cooling of a raw material, and controlling cooling of the charge of mold Uchihara [claim 4] It is one direction coagulation equipment [claim 5] characterized by adjusting a configuration or arrangement so that two or more radiation fins (5a, 5b, 5c) may be arranged in parallel by the migration side edge aspect of mold (1), this radiation fin (5a, 5b, 5c) may be hung on a periphery from the core of a mold edge aspect and cooling effectiveness may decrease. One direction coagulation equipment characterized by connecting with this gas passageway (21) the gas-evolution section (22) which sprays gas at the charge of mold Uchihara (10) while the cooling room (4) which has coolant gas induction (7a) and the coolant gas discharge section (20) is established in the migration side edge section of mold (1) and the gas passageway (21) is connected with said coolant gas discharge section (20)

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of one direction coagulation material and one direction coagulation equipment which are applied to manufacture of Si ingot etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The unidirectional solidification process made to cool and solidify is known pulling out conventionally the raw material Si fused within mold outside a furnace as the manufacture approach of Si ingot. By this approach, by keeping away mold from the heat source of a furnace, the raw material of a mold pars basilaris ossis occipitalis is gradually turned up as a cooling initiation edge, and may be made to solidify, and, in addition to migration of the above-mentioned mold, forced cooling of the mold pars basilaris ossis occipitalis may be carried out with a cooling medium. The conventional one direction coagulation equipment used for the above-mentioned approach is concretely explained using drawing 5 and the outline end view of 6. Mold 40 is arranged in the furnace 41 which covered the inside with heat-resisting-material 41a, it is the periphery side of mold 40 and the heat source 42--42 is arranged near the inside section of a furnace 41. mold 40 having been laid on the tubed incubation wall 43, and having projected this incubation wall 43 caudad from lower part opening of a furnace 41, and having laid mold 40 in addition, as -- the upper and lower sides -- suppose that it is movable. moreover -- the inside of the incubation wall 43 -- the same -- the upper and lower sides -- the chill plate 44 made movable is arranged and cooling water path 44a which passes cooling water is formed in the interior of this chill plate 44. If the coagulation approach based on the above-mentioned equipment is explained, Si will be held as a raw material 10 in the mold 40 arranged in a furnace 41, a heat source 42--42 will be operated, and the raw material 10 in mold 40 will be dissolved. In addition, the chill plate 44 makes the lower part location stand by in this case, and is changed at it into the condition that it is not in contact in mold 40. And if a raw material 10 fuses with heating by the heat source 42--42, raise the chill plate 44 and the base of mold 40 is made to contact, subsequently to coincidence, the incubation wall 43 and the chill plate 44 will be dropped, and mold 40 will be gradually kept away from the heat source 42 of a furnace 41. In this case, a sink and cooling effectiveness are gathered for cooling water to cooling water path 44a of the chill plate 44. Si ingot which solidified [ by the above ] the raw material 10 in mold 40 towards the upper part gradually from the pars basilaris ossis occipitalis, and was solidified to the one direction is obtained.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with conventional coagulation equipment, since control of the temperature of a raw material or a coagulation rate can be adjusted only to a lengthwise direction with the reduction rate of mold, it cannot control karyogenesis from a side face completely, but has the problem that the quality of the ingot of one direction coagulation deteriorates. Moreover, although there is also a method of spraying inert gas etc. towards a hot raw material in order to lower the surface section temperature of the molten metal which is carrying out the temperature up beyond the need at the time of coagulation and to control a coagulation rate appropriately at it, the temperature of the raw material surface section may fall too much, and there is a problem that control of raw material temperature is difficult. This invention is made against the

background of the above-mentioned situation, and aims at offering the manufacture approach of the one direction coagulation material which can obtain the one direction coagulation material which was performing control of the temperature of a raw material, or a coagulation rate appropriately, and was excellent in quality, and one direction coagulation equipment by adjusting the heat exchange effectiveness in the migration side edge section of mold.

[0004]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem the manufacture approach of the one direction coagulation material invention of [ 1st ] this inventions Or the raw material which cooled the migration side edge section of said mold with the cooling medium, and was dissolved in mold while moving both in the specific direction is set to the manufacture approach of the one direction coagulation material which an one direction is made to solidify. the mold and the heat source which held the raw material are kept away mutually -- as -- while -- It is characterized by cooling with a cooling medium so that the migration side edge section of said mold may be hung on a periphery from a core and cooling effectiveness may decrease.

[0005] Or the raw material which cooled the migration side edge section of said mold with the cooling medium, and was dissolved in mold while moving both in the specific direction is set to the manufacture approach of the one direction coagulation material which an one direction is made to solidify. the manufacture approach of the one direction coagulation material the 2nd invention keeps away mutually the mold and the heat source which held the raw material -- as -- while -- It is characterized by spraying gas after using gas as said cooling medium and cooling mold on the raw material in mold.

[0006] Or the raw material which was made to move both in the specific direction and dissolved is set to the manufacture approach of the one direction coagulation material which an one direction is made to solidify. the manufacture approach of the one direction coagulation material the 3rd invention keeps away mutually the mold and the heat source which held the raw material -- as -- while -- It is characterized by approaching the migration side edge section of said mold, arranging an auxiliary heat source, adding heating by the auxiliary heat source to cooling of a raw material, and controlling cooling of the charge of mold Uchihara.

[0007] It is characterized by adjusting a configuration or arrangement so that, as for the one direction coagulation equipment of the 4th invention, two or more radiation fins may be arranged in parallel by the migration side edge aspect of mold, this radiation fin may be hung on a periphery from the core of a mold edge aspect and cooling effectiveness may decrease.

[0008] The one direction coagulation equipment of the 5th invention is characterized by connecting with this gas passageway the gas-evolution section which sprays gas at the charge of mold Uchihara while the cooling room which has coolant gas induction and the coolant gas discharge section is established in the migration side edge section of mold and the gas passageway is connected with said coolant gas discharge section.

[0009] Although it is suitable for manufacture of the semiconductor materials (Si etc.) with which high quality is demanded like Si ingot, this invention is not limited to this and can be used as what manufactures one direction coagulation material with high quality and the sufficient yield using various ingredients. Moreover, the structure of the mold used on the occasion of manufacture of the above-mentioned ingot or the source of heating, especially classification, etc. are not limited, and especially the structure is limited also neither for mold nor the migration equipment of the source of heating. If these examples are shown, as a source of heating, a heater and a high-frequency-induction-heating coil can be mentioned. In these sources of heating, adjustment of an output, i.e., an electrical potential difference, and the amount of currents can perform the degree of whenever [ stoving temperature ] easily, and migration is also easy. Moreover, the ceramics excellent in thermal resistance can be used as mold, and what is called the so-called crucible is contained in mold.

[0010] In addition, although the source of heating and mold of each other are kept away on the occasion of one direction coagulation, these any may be moved and both may be moved. As a migration direction, although mold is generally dropped (or a heat source rise), it is not limited to this and also making it move horizontally is permitted. Equipment using the motor and the cylinder as migration equipment to which above-mentioned mold and an above-mentioned heat source are

moved is illustrated. Migration equipment may be what can only choose the migration and a halt by fixed speed, and may make a rate adjustable. Furthermore, migration equipment carries out reversal actuation not only in sorting of migration and a halt, and the size of passing speed. Since the edge of mold [ in / the result of the above-mentioned migration / the migration direction ] is moved to a location distant from a heat source most early, in dropping mold, for example, the pars basilaris ossis occipitalis serves as a coagulation start point of a molten metal. Moreover, in moving mold horizontally and keeping away from a heat source, a level edge serves as a coagulation start point. [0011] Furthermore, in this invention, while keeping away mold and a heat source and cooling the charge of mold Uchihara, the migration side edge section of mold can be compulsorily cooled with a cooling medium. As a cooling medium, the gas for cooling, such as air, and the liquid for cooling, such as water, can be used. Although cooling by this cooling medium can also always be performed on the occasion of the coagulation of a raw material, it is also possible to carry out intermittently or to carry out only at the time of a request, and it is also possible to control to change the flow rate of the medium for cooling suitably etc. In addition, in case it cools, moving mold (for example, when dropping mold), the cooling rate in the longitudinal direction of a raw material does not necessarily become uniform, and the periphery section nearer to an external environment is easy to be cooled. For this reason, it is desirable to cool with a cooling medium so that the migration side edge section of mold may be hung on a periphery from a core and cooling effectiveness may decrease like invention of the 1st of this application. High cooling of effectiveness is performed by this in the core of mold with a slow cooling rate, and since low cooling is performed, it can apply to a periphery from a core, and effectiveness can cool a raw material with a uniform cooling rate, and the mold periphery section with a quicker cooling rate can make it able to solidify, can prevent the karyogenesis from a side face, and can obtain a good ingot.

[0012] Like the 4th invention as an approach of preparing a difference in cooling effectiveness in the migration side edge section of mold as mentioned above, a radiation fin is prepared in a mold migration side edge aspect, and the method of devising the configuration of this radiation fin and arrangement is mentioned. It can hang on a periphery from the core of a mold edge aspect by this, and cooling effectiveness can be decreased. For example, if surface area of a radiation fin is enlarged, cooling effectiveness will increase, and since cooling effectiveness will fall if surface area is made small, surface area should just arrange a small radiation fin, so that a radiation fin with big surface area is arranged to a core and it separates from a core. Moreover, since cooling effectiveness changes also with arrangement spacing of a radiation fin, by making arrangement spacing small, hanging on a periphery, and being made to enlarge arrangement spacing, and changing the rate of flow of a cooling medium by the configuration of a radiation fin, or arrangement, it is possible also for preparing a difference in thermal efficiency, and can also combine adjustment of the above-mentioned configuration and arrangement in a core. In addition, when preparing a difference in cooling effectiveness, hang on a periphery from the core of the migration side edge section of mold, and a difference is established continuously, and also a difference can also be established gradually, and a difference may be established partially.

[0013] Moreover, although this gas is sprayed on the surface of the raw material by the 2nd invention among this inventions after cooling mold by the gas for cooling, it is desirable to use controlled atmospheres, such as inert gas, so that quality of the ingot obtained may not be spoiled as gas in this case. Moreover, the above-mentioned gas does not need to spray all on a raw material after cooling of mold, and may spray the part on a raw material in succession if needed. Although the above-mentioned gas can be sprayed on the raw material in mold as it is since it has obtained the heat energy from a raw material or mold by cooling mold, it is [ that the temperature of gas should be adjusted to optimal temperature ] also possible to perform moderate cooling and moderate heating to the gas after mold cooling.

[0014] As mentioned above, if gas after cooling mold is sprayed on the surface of a raw material, it can prevent collecting the heat energy of a raw material effectively and supercooling a raw material with this heat in the case of gas blasting. Moreover, since the heat of a raw material is effectively used in order to make the temperature up of the gas carry out even near optimal temperature even if it is the case where heat the gas after cooling, or cool and a raw material is sprayed after a temperature control, effectiveness is accepted in that energy efficiency improves. Moreover, the

effectiveness that it can prevent that the raw material in mold is polluted with the gas generated in the heat insulator, the heater, or the furnace or dust is also accepted rather than the approach of filling inert gas only with the approach of introducing gas in [ whole ] the heating furnace currently performed conventionally in that directly pure gas can be sent to the raw material front face in mold as an ambient atmosphere in a heating furnace. The configuration which prepares the cooling room which has coolant gas induction and the coolant gas discharge section in the migration side edge section of mold on the occasion of implementation of the above-mentioned approach, connects a gas passageway with the coolant gas discharge section, and connects the gas-evolution section which sprays gas on a gas passageway at the charge of mold Uchihara can be taken. According to this configuration, the gas which cooled mold can be easily used for blasting to mold, and equipment can also be constituted simply.

[0015] Moreover, the cooling rate in a mold edge is appropriately controllable by establishing an auxiliary heat source near the migration side edge section of mold. Although this auxiliary heat source can heat the whole migration side edge section of mold, it may be partial, for example, the thing which can be heated for every zone, about the others and migration side edge section. When heating the migration side edge section of mold for every zone, two or more space heaters can be formed corresponding to a zone. The difference of the cooling rate by the location in the migration side edge section can be abolished according to the above-mentioned auxiliary heat source, or the cooling rate in the middle of cooling can be suitably adjusted to a desired rate. Although an auxiliary heat source can use a heater, a high-frequency-induction-heating coil, etc. which are generally used as a heat source, to make it an elevated temperature which dissolves a raw material is not needed, but it should just use it in preheating. Moreover, the migration side edge section of mold can be cooled with a cooling medium, cooling by the cooling medium and heating by the above-mentioned auxiliary heat source can also be combined, and the cooling rate in the migration side edge section of mold can always become the optimal by controlling both actuation appropriately. In addition, although each above-mentioned invention was explained independently, respectively, it may combine two or more the 1st - 3rd invention like the combination of the combination of the (1) 1st invention, and the 3rd invention, the combination of the (2) 1st invention, and the 2nd invention, the combination of the (3) 2nd invention, and the 3rd invention, the (4) 1st invention, the 2nd invention, and the 3rd invention. Moreover, it is also possible to combine the 4th and 5th invention.

[0016]

[Embodiment of the Invention]

(Operation gestalt 1) One operation gestalt of this invention is explained based on drawing 1 below. The mold 1 which consists of a cylinder-like-object-with-base configuration is laid on the mold base 2 which it can go up and down, and the heater 3 is annularly arranged as a heat source around mold 1. In addition, the above-mentioned mold base 2 is constituted a little from minor diameter tubed rod cylinder part 2a and major-diameter tubed by installation cylinder part 2b of a minor diameter from mold, and the cooling room 4 is constituted between this installation cylinder part 2b and the pars basilaris ossis occipitalis which is the migration side edge section of the above-mentioned mold 1. While crevice 1a is formed in the center, the annular radiation fins 5a-5c are concentrically formed in the bottom subordinate side of the above-mentioned mold 1 so that it may expose to a cooling room 4, and as for mutual spacing, the direction between radiation-fin 5b and 5c is large rather than between radiation-fin 5a and 5b. That is, the cooling engine performance by the radiation fin is small, installation spacing being large like the periphery side, and covering the above-mentioned radiation fin over a periphery side from a core side. Moreover, in the mold base 2, as the above-mentioned radiation fins 5a-5c and the aeration way wall board 6 with which the annular pieces 6a-6c are located alternately have the side attachment wall and pars basilaris ossis occipitalis, and clearance between the mold bases 2, they are arranged face to face with radiation fins 5a-5c. Moreover, air hole 7a which is gas induction is formed in the center of this aeration way wall board 6, and as open for free passage with this air hole 7a, vent-pipe 7b is connected under the path plate 6. This vent-pipe 7b is connected with the ventilation equipment which does not illustrate the inside of this rod cylinder part 2a as develops caudad and has the rod cylinder part 2a inside and clearance between the mold bases 2. Moreover, thermocouple 8c is laid under the center section of the pars basilaris ossis occipitalis of said mold 1 by thermocouple 8a and the periphery section at the side



attachment wall of thermocouple 8b and mold 1, 8d of thermocouples makes it have faced above mold 1 further, temperature of a raw material is observed with these thermocouples (indirect observation), and a request adjusts cooling by the temperature of a heat source, the passing speed of mold, and coolant gas.

[0017] Next, the manufacture approach of the coagulation material by the above-mentioned equipment is explained. First, pure Si is prepared as a raw material 10, and an initial complement is held in mold 1. Subsequently, supply predetermined power to a heater 3, it is made to carry out a temperature up even to predetermined temperature, and a raw material 10 is dissolved in it. Subsequently, while dropping the mold base 2, gas is sent out to vent-pipe 7b as a cooling medium from ventilation equipment. After gas's arriving at a cooling room 4 through vent-pipe 7b to bleeder 7a and hitting crevice 1a of mold 1 base, It passes along the winding aeration way formed of the clearance between radiation fins 5a-5c and the annular pieces 6a-6b. At last It passes along the side clearance and pars-basilaris-ossis-occipitalis clearance which are a clearance between the aeration way wall board 6 and installation cylinder part 2b, it passes along the clearance between the external surface of vent-pipe 7b, and a rod cylinder part 2a inside further, and moves to a predetermined part. By cooling by the above-mentioned descent and the gas of mold 1, the raw material 10 which is dissolving within mold 1 starts coagulation towards the upper part gradually from the lower limit which touched the lower part of mold 1, and the coagulation material finally solidified to the one direction is obtained.

[0018] In addition, with the above-mentioned operation gestalt, since cooling effectiveness becomes low as cooling by gas has cooling effectiveness as high as a center and it goes to a periphery with the surface area and arrangement spacing of radiation fins 5a-5b, cooling of the center section which is hard to cool is promoted more, promotion of cooling by the side of a periphery with early cooling is suppressed, and an equal coagulation rate is obtained in a longitudinal direction as a whole. The karyogenesis in a mold side face is prevented by this, and the good coagulation material uniformly solidified along with above is obtained.

[0019] (Operation gestalt 2) Unlike the above-mentioned operation gestalt, this operation gestalt sprays the gas after mold cooling on a molten metal front face. Although the structure is explained below based on drawing 3, about the same structure as the above-mentioned operation gestalt, the same sign is attached, and explanation is omitted or simplified. The closure of the clearance between vent-pipe 7b and rod cylinder part 2a which were shown with the above-mentioned operation gestalt is carried out in the rod cylinder part 2a upper limit section, and the exhaust port 20 is established in the pars basilaris ossis occipitalis of installation cylinder part 2b as the gas discharge section. The gas pipe 21 is connected with this exhaust port 20 as a gas passageway. A gas pipe 21 passes along the outside of a furnace (it omits a part among drawing), it is piped so that it may result above mold 1, and gas blasting equipment 22 is attached at the tip of a gas pipe 21 as the gas-evolution section. With this operation gestalt, the gas which cooled mold 1 like the above-mentioned operation gestalt is taken out from an exhaust port 20, and gas is sprayed towards the hot raw material 10 through a gas pipe 21 from gas blasting equipment 22. Deposition of the dust generated within the heating furnace with carrying out the temperature up of it moderately when this gas heats mold 1, and cooling a raw material 10 too much by spraying this on a raw material 10 being avoided, and using energy efficiently, and contamination of the raw material in the mold by mixing can be prevented. In addition, although all the gas that cooled mold shall always be sprayed on a raw material 10 with the above-mentioned operation gestalt, it is also possible to constitute so that a part may be sprayed on a raw material by a bulb etc. only at the time of a request.

[0020] (Operation gestalt 3) As shown in drawing 4, the operation gestalt 3 approaches the pars basilaris ossis occipitalis of mold, arranges space heaters 30a and 30b as an auxiliary heat source, and it omits or simplifies explanation about the same configuration as the operation gestalt 1. With this operation gestalt, in case mold 1 is dropped, suitably, space heaters 30a and 30b can be operated, and the cooling rate in the migration side edge section of mold 1 can be adjusted. Moreover, since the space heater of this operation gestalt consists of two or more heaters for every zone and actuation of it is enabled independently, respectively, it can heat a mold pars basilaris ossis occipitalis for every zone partially. In addition, if it heats for every zone, control of cooling can be attained for every zone, a temperature gradient can be given in the diameter direction of mold, the crystal growth



of the different direction can be controlled, and the karyogenesis from a side face can be prevented. In addition, although forced cooling by the cooling medium shall not be performed with this operation gestalt, it is also possible to keep a cooling rate the optimal combining cooling by the cooling medium and heating by the auxiliary heat source.

[0021]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the manufacture approach of the one direction coagulation material of this invention Or the raw material which cooled the migration side edge section of said mold with the cooling medium, and was dissolved in mold while moving both in the specific direction is set to the manufacture approach of the one direction coagulation material which an one direction is made to solidify. the mold and the heat source which held the raw material are kept away mutually -- as -- while -- Since it cools with a cooling medium so that the migration side edge section of said mold may be hung on a periphery from a core and cooling effectiveness may decrease, an equal cooling rate is obtained in the migration side edge section, and the good coagulation material which the nucleation from the side was controlled and was solidified along one direction is obtained.

[0022] Moreover, gas is used as said cooling medium, and if gas after cooling mold is sprayed on the raw material in mold, while the supercooling of a raw material is prevented, energy can be used effectively. Moreover, the thing which approaches the migration side edge section of mold, arranges an auxiliary heat source, adds heating by the auxiliary heat source to cooling of a raw material, and controls cooling of the charge of mold Uchihara, then a cooling rate can be adjusted suitably, and exact coagulation can be made to perform. Moreover, if an auxiliary heat source is established for every two or more zones, it can be easy to adjust change of local temperature or a cooling rate, dispersion in the cooling rate by the location in the migration side edge section of mold can be abolished, and an equal coagulation rate can be obtained. Moreover, the temperature control in the direction of the migration side edge section also enables it to obtain better coagulation material.

[0023] Furthermore, if a configuration or arrangement is adjusted so that according to the one direction coagulation equipment of this invention the migration side edge aspect of mold may be made to arrange in parallel two or more radiation fins, this radiation fin may be hung on a periphery from the core of a mold edge aspect and cooling effectiveness may decrease It becomes possible to manufacture good coagulation material without being able to equalize the cooling rate in the migration side edge section of mold and needing special actuation and operation according to the structure of equipment. Moreover, adjustment of change of the local temperature of mold or a cooling rate is easy.

[0024] Moreover, if the cooling room which has coolant gas induction and the coolant gas discharge section is established in the migration side edge section of mold, a gas passageway is connected with said coolant gas discharge section and the gas-evolution section which sprays gas on a gas passageway at the charge of mold Uchihara is connected, a hot raw material can be efficiently cooled according to simple structure, and the supercooling of a raw material can also be prevented.

---

[Translation done.]

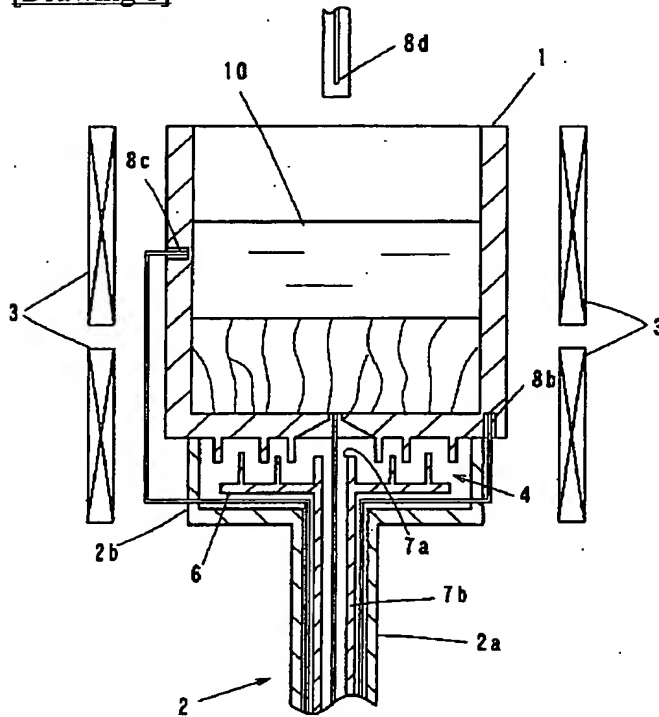
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

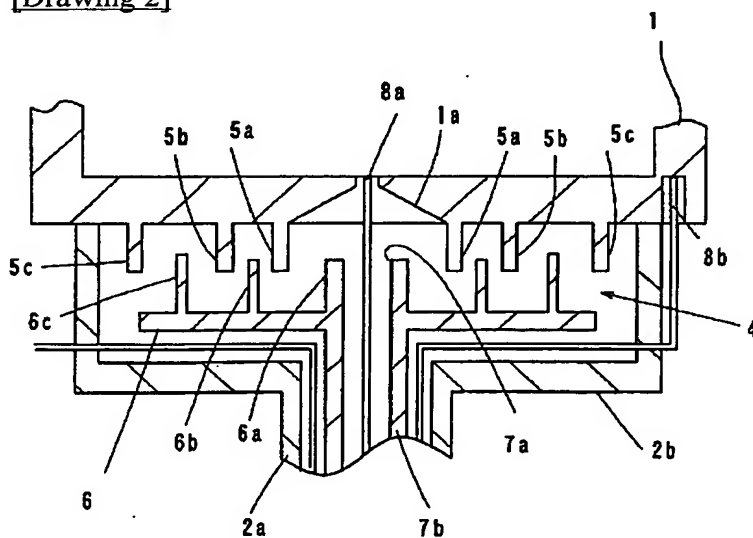
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

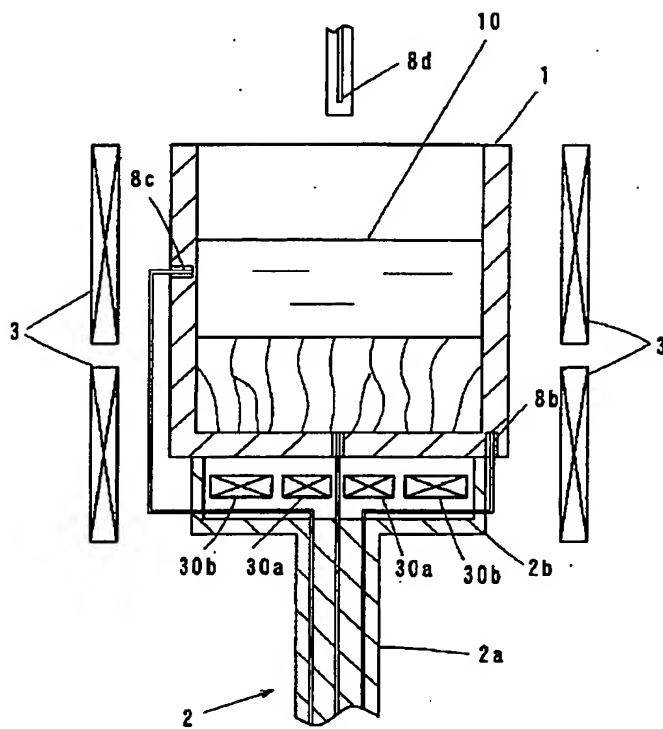
[Drawing 1]



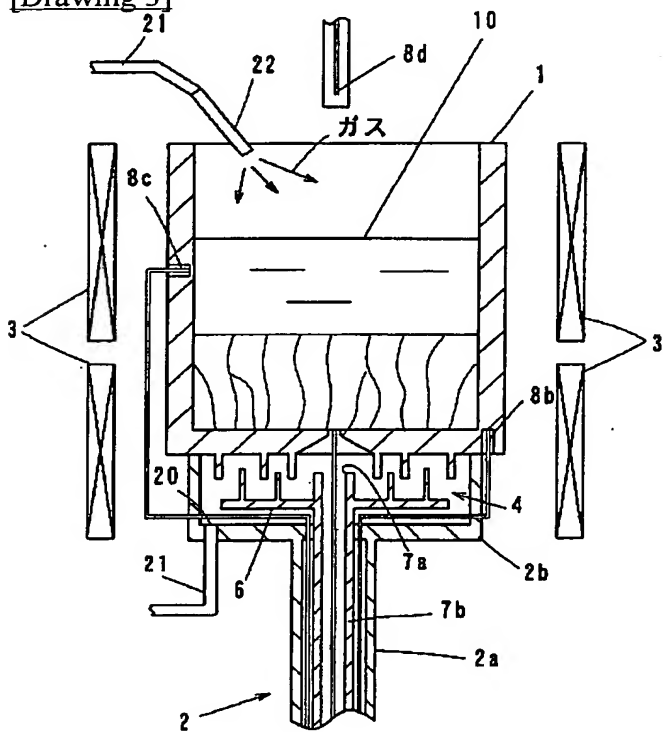
[Drawing 2]



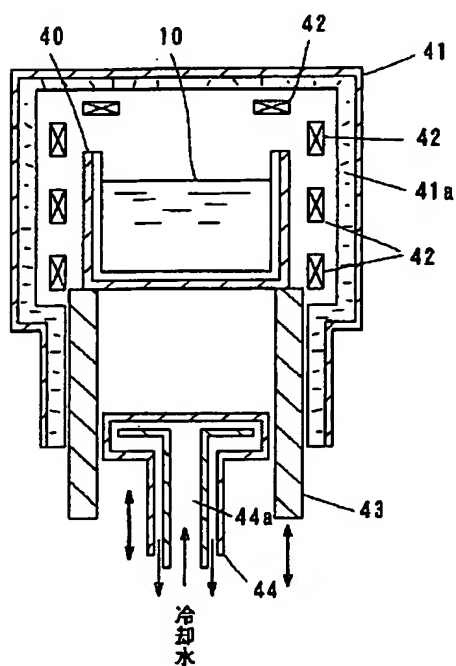
[Drawing 4]



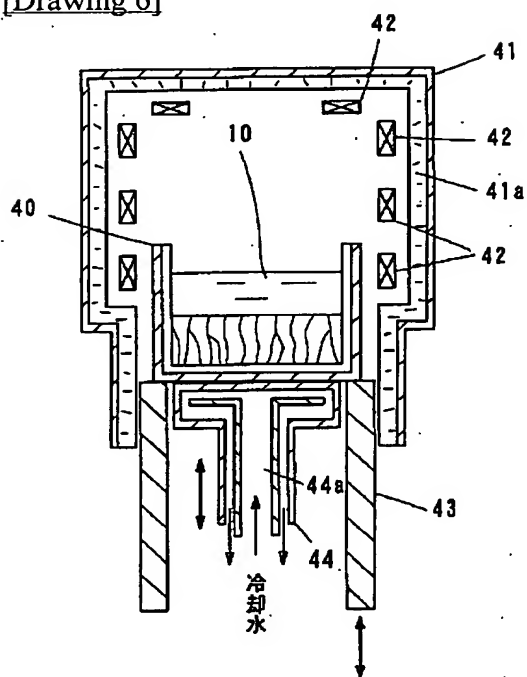
[Drawing 3]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-139580

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月26日

(51) Int. CL <sup>8</sup>	識別記号	P I	
C 3 0 B 11/00		C 3 0 B 11/00	Z
B 2 2 D 11/00		B 2 2 D 11/00	D
	11/22		A
C 3 0 B 29/06	5 0 1	C 3 0 B 29/06	5 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平9-317128	(71) 出願人	000004215 株式会社日本製鋼所 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号
(22) 出願日	平成8年(1996)11月13日	(72) 発明者	山田 典章 千葉県四街道市廣の倉1丁目3番 株式会 社日本製鋼所内
		(72) 発明者	細工藤 龍司 千葉県四街道市廣の倉1丁目3番 株式会 社日本製鋼所内
		(74) 代理人	弁理士 横井 幸喜

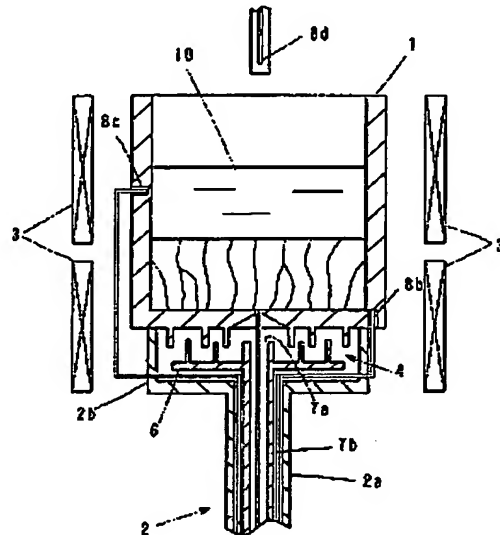
(54) 【発明の名称】 一方向凝固材の製造方法および一方向凝固装置

(57) 【要約】

【課題】 一方向凝固材の製造に際し、側面からの核形成を抑えて良質の凝固材を製造する。

【解決手段】 鋳型1の移動側端面に、複数の放熱フィン5a、5b、5cを並列させ、放熱フィン5a、5b、5cが鋳型端面の中心から周縁に掛けて冷却効率が減少するように形状または配置を調整する。

【効果】 鋳型1の移動側端面で冷却速度が均等になり、側面からの核形成がなく、一方向に一様に凝固した凝固材が得られる。



(2)

特開平10-139580

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 原料を収容した鑄型と熱源とを互いに遠ざけるように一方または両方を特定方向に移動させるとともに前記鑄型の移動側端部を冷却媒体で冷却して鑄型内の溶解した原料を一方に凝固させる一方向凝固材の製造方法において、前記鑄型の移動側端部を中心から周縁に掛けて冷却効率が減少するように冷却媒体で冷却することを特徴とする一方向凝固材の製造方法

【請求項2】 原料を収容した鑄型と熱源とを互いに遠ざけるように一方または両方を特定方向に移動させるとともに前記鑄型の移動側端部を冷却媒体で冷却して鑄型内の溶解した原料を一方に凝固させる一方向凝固材の製造方法において、前記冷却媒体としてガスを使用し、鑄型を冷却した後のガスを鑄型内の原料に吹き付けることを特徴とする一方向凝固材の製造方法

【請求項3】 原料を収容した鑄型と熱源とを互いに遠ざけるように一方または両方を特定方向に移動させて溶解した原料を一方に凝固させる一方向凝固材の製造方法において、前記鑄型の移動側端部に近接して補助熱源を配置して、原料の冷却に補助熱源による加熱を加えて鑄型内原料の冷却を制御することを特徴とする一方向凝固材の製造方法

【請求項4】 鑄型(1)の移動側端部面に、複数の放熱フィン(5a, 5b, 5c)が並列されており、該放熱フィン(5a, 5b, 5c)は、鑄型端部面の中心から周縁に掛けて冷却効率が減少するように形状または配置が調整されていることを特徴とする一方向凝固装置

【請求項5】 鑄型(1)の移動側端部に冷却ガス導入部(7a)と冷却ガス排出部(20)とを有する冷却室(4)が設けられており、前記冷却ガス排出部(20)にガス通路(21)が連結されているとともに、該ガス通路(21)は鑄型内原料(10)にガスを吹き付けるガス放出部(22)が連結されていることを特徴とする一方向凝固装置

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、S i イングット等の製造に適用される一方向凝固材の製造方法および一方向凝固装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、S i イングットの製造方法として、鑄型内で溶解した原料S i を、炉外に引き出しながら冷却して凝固させる一方向凝固法が知られている。この方法では、鑄型を炉の熱源から遠ざけることにより鑄型底部の原料を冷却開始端として徐々に上方に向けて凝固させるものであり、上記鑄型の移動に加えて鑄型底部を冷却媒体で強制冷却する場合もある。上記方法に用いられる従来の一方向凝固装置を図5、6の概略断面図を用いて具体的に説明する。鑄型40は内面を耐熱材41aで被覆した炉41内に配置されており、鑄型40の外

周側であって炉41の内面部付近に熱源42…42が配置されている。なお、鑄型40は筒状の保温壁43上に設置されており、該保温壁43は、炉41の下方開口部から下方に突出して鑄型40を載置したままで上下移動可能としてある。また、保温壁43内には、同じく上下移動可能としたチルプレート44が配置されており、該チルプレート44の内部には、冷却水を通させる冷却水路44aが形成されている。上記装置に基づく凝固方法を説明すると、炉41内に配置した鑄型40内に原料10としてS i を収容し、熱源42…42を作動させて鑄型40内の原料10を溶解させる。なお、この際には、チルプレート44は下位置に待機させておき、鑄型40とは接触していない状態にしておく。そして熱源42…42による加熱によって原料10が溶融すると、チルプレート44を上昇させて鑄型40の底面に接触させ、次いで、保温壁43とチルプレート44とを同時に下降させて、鑄型40を炉41の熱源42から徐々に遠ざける。この際に、チルプレート44の冷却水路44aには、冷却水を流し、冷却効率を上げる。上記により鑄型40内の原料10は、底部から徐々に上方に向けて凝固し、一方向に凝固したS i イングットが得られる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の凝固装置では原料の温度や凝固速度の制御は鑄型の引下げ速度によって縦方向にしか調節出来ないため、完全に側面からの核発生を抑制することが出来ず、一方向凝固のインゴットの品質が低下するという問題がある。また、凝固時に、必要以上に昇温している溶湯の表面部温度を下げて凝固速度を適切に制御するために高温の原料に向けて不活性ガス等を吹き付ける方法もあるが、原料表面部の温度が下がりすぎる場合があり、原料温度の制御が難しいという問題がある。本発明は、上記事情を背景としてなされたものであり、鑄型の移動側端部での熱交換効率を調整することにより原料の温度や凝固速度の制御を適切に行って品質の優れた一方向凝固材を得ることができ、一方向凝固材の製造方法および一方向凝固装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明のうち第1の発明の一方向凝固材の製造方法は、原料を収容した鑄型と熱源とを互いに遠ざけるように一方または両方を特定方向に移動させるとともに前記鑄型の移動側端部を冷却媒体で冷却して鑄型内の溶解した原料を一方に凝固させる一方向凝固材の製造方法において、前記鑄型の移動側端部を中心から周縁に掛けて冷却効率が減少するように冷却媒体で冷却することを特徴とする。

【0005】第2の発明の一方向凝固材の製造方法は、原料を収容した鑄型と熱源とを互いに遠ざけるように一方または両方を特定方向に移動させるとともに前記鑄型

(3)

特開平10-139580

3

の移動側端部を冷却媒体で冷却して鋳型内の溶解した原料を一方に凝固させる一方凝固材の製造方法において、前記冷却媒体としてガスを使用し、鋳型を冷却した後のガスを鋳型内の原料に吹き付けることを特徴とする。

【0006】第3の発明の一方凝固材の製造方法は、原料を収容した鋳型と熱源とを互いに遠ざけるように一方または両方を特定方向に移動させて溶解した原料を一方に凝固させる一方凝固材の製造方法において、前記鋳型の移動側端部に近接して補助熱源を配置して、原料の冷却に補助熱源による加熱を加えて鋳型内原料の冷却を制御することを特徴とする。

【0007】第4の発明の一方凝固装置は、鋳型の移動側端部に、複数の放熱フィンが並列されており、該放熱フィンは、鋳型端部面の中心から周縁に掛けて冷却効率が減少するように形状または配置が調整されていることを特徴とする。

【0008】第5の発明の一方凝固装置は、鋳型の移動側端部に冷却ガス導入部と冷却ガス排出部とを有する冷却室が設けられており、前記冷却ガス排出部にガス通路が連続されているとともに、該ガス通路に鋳型内原料にガスを吹き付けるガス放出部が連結されていることを特徴とする。

【0009】本発明は、Siインゴットのように高品質が要求される半導体材料（Si等）の製造に適しているが、これに限定されるものではなく、各種材料を用いて一方凝固材を高品質かつ歩留まりよく製造するものとして利用できる。また、上記インゴットの製造に際し使用される鋳型や加熱源の構造、制御等も特に限定されるものではなく、鋳型や加熱源の移動装置もその構造が特に限定されるものではない。これらの具体例を示すと、加熱源としては、ヒータや高周波誘導加熱コイルを挙げることができる。これらの加熱源においては、出力、すなわち電圧や電流値の調整によって加熱温度の加減を容易に行うことができ、移動も容易である。また、鋳型としては、耐熱性に優れたセラミックスを使用することができ、いわゆる坩堝と称されるものも鋳型に含まれる。

【0010】なお、一方凝固に際しては加熱源と鋳型とを互いに遠ざけるが、これらのいずれを移動させてもよく、また両方を移動させてもよい。移動方向としては、一般には鋳型を下降（または熱源を上昇）させるが、これに限定されるものではなく、例えば、水平方向に移動させることも許容される。上記の鋳型や熱源を移動させる移動装置としては、モータやシリンダを用いた装置が例示される。移動装置は、単に定速での移動と停止を選択できるものであってもよく、また速度を可変としたものであってもよい。さらに、移動装置は、移動、停止の選別、移動速度の大小だけでなく、反転動作できるものであってもよい。上記移動の結果、移動方向における鋳型の端部は、最も早く熱源から遠い位置へと移動

4

するので、例えば鋳型を下降させる場合にはその底部が溶解の凝固開始点となる。また、鋳型を水平に移動させて熱源から遠ざけるような場合には、水平端が凝固開始点となる。

【0011】さらに、本発明では、鋳型と熱源とを遠ざけて鋳型内原料を冷却するとともに鋳型の移動側端部を冷却媒体によって強制的に冷却することができる。冷却媒体としては、空気等の冷却用ガスや、水等の冷却用液を使用することができる。この冷却媒体による冷却は、原料の凝固に際し、常時行うこともできるが、断続的に行ったり、所望時にのみ行うことも可能であり、冷却用媒体の流量を適宜変更する等の制御を行うことも可能である。なお、鋳型を移動させつつ冷却する際、例えば鋳型を下降させる際に、原料の横方向における冷却速度が必ずしも一様になるわけではなく、外周環境に近い周縁部ほど冷却されやすい。このため、本願の第1の発明のように、鋳型の移動側端部を中心から周縁に掛けて冷却効率が減少するように冷却媒体で冷却するのが望ましい。これにより冷却速度の遅い鋳型の中心部では効率の高い冷却が行われ、冷却速度の速い鋳型周縁部ほど効率が低い冷却が行われるので、中心から周縁にかけて一様な冷却速度で原料を冷却、凝固させることができ、側面からの核発生を防止して良質のインゴットを得ることができる。

【0012】上記のように鋳型の移動側端部で冷却効率に差を設ける方法としては、第4の発明のように、鋳型移動側端部に放熱フィンを設け、この放熱フィンの形状や配置を工夫する方法が挙げられる。これにより鋳型端部面の中心から周縁に掛けて冷却効率が減少させることができる。例えば、放熱フィンの表面積を大きくすれば冷却効率が上がり、表面積を小さくすれば冷却効率が下がるため、中心部に表面積の大きな放熱フィンを配置し、中心から離れる程、表面積が小さい放熱フィンを配置すればよい。また、冷却効率は、放熱フィンの配置間隔によっても異なるため、中心部では配置間隔を小さくし、周縁に掛けて配置間隔を大きくするようにしてもよく、また、放熱フィンの形状や配置によって冷却媒体の流速を変化させることによって熱効率に差を設けることも可能であり、上記形状と配置の調整を組み合わせることも可能である。なお、冷却効率に差を設ける場合に、鋳型の移動側端部の中心から周縁に掛けて連続的に差を設ける他に、段階的に差を設けることもでき、また部分的に差を設けたものであってもよい。

【0013】また、本発明のうち第2の発明では、冷却用のガスで鋳型を冷却した後このガスを原料の表面に吹き付けているが、この場合のガスとしては、得られるインゴットの品質を損なわないように不活性ガス等の雰囲気ガスを使用するのが望ましい。また、上記ガスは、鋳型の冷却後に全てを原料に吹き付ける必要はなく、その一部を連続して、また、必要に応じて原料に吹き付け



(4)

特開平10-139580

5

てもよい。上記ガスは、鋳型を冷却することによって原料や鋳型からの熱エネルギーを得ているので、そのまま鋳型内の原料に吹き付けることができるが、ガスの温度を適温に調整すべく、鋳型冷却後のガスに対し適度な冷却や加熱を行うことも可能である。

【0014】上記のように、鋳型を冷却した後のガスを原料の表面に吹き付ければ、原料の熱エネルギーを有効に回収して、この熱によりガス吹き付けの際に原料を過冷却するのを防止できる。また、冷却後のガスを加熱したり、冷却したりして温度調整後に原料に吹き付ける場合であっても、ガスを適温付近にまで昇温させるために原料の熱が有効に利用されているので、エネルギー効率が向上するという点で効果認められる。また鋳型内の原料表面に直接清浄なガスを送ることができる点で、従来行われていた加熱炉内全体にガスを導入する方法のみで、加熱炉内雰囲気として不活性ガスを満たす方法よりも、断熱材やヒータあるいは炉内で発生した気体や粉塵で鋳型内の原料が汚染されることを防止できる効果も認められる。上記方法の実現に際しては、鋳型の移動側端部に冷却ガス導入部と冷却ガス排出部とを有する冷却室を設け、冷却ガス排出部にガス通路を連結し、ガス通路に鋳型内原料にガスを吹き付けるガス放出部を連結する構成を採ることができる。この構成によれば、鋳型を冷却したガスを容易に鋳型への吹き付けに利用することができる。装置も簡易に構成することができる。

【0015】また、鋳型の移動側端部付近に補助熱源を設けることにより、鋳型端部での冷却速度を適切に制御することができる。この補助熱源は、鋳型の移動側端部全体を加熱できるものの他、移動側端部を部分的、例えばゾーン毎に加熱できるものであってもよい。鋳型の移動側端部をゾーン毎に加熱する場合には、ゾーンに対応して複数の補助ヒータを設けることができる。上記補助熱源により移動側端部での場所による冷却速度の差をなくしたり、冷却途中の冷却速度を適宜所望の速度に調整することができる。補助熱源は一般に熱源として使用されるヒータや高周波誘導加熱コイルなどを使用することができるが、原料を溶解する様な高温にすることは必要とされず、予備加熱的に使用するものであればよい。また、鋳型の移動側端部を冷却媒体で冷却して冷却媒体による冷却と上記補助熱源による加熱とを組み合わせたこともでき、両者の作動を適切に制御することによって鋳型の移動側端部での冷却速度が常に最適になるようにすることができる。なお、上記各発明は、それぞれ単独で説明したが、第1～第3の発明を、(1)第1発明と第3発明の組み合わせ、(2)第1発明と第2発明の組み合わせ、(3)第2発明と第3発明の組み合わせ、(4)第1発明、第2発明、第3発明の組み合わせのように複数組み合わせてもよい。また、第4、第5の発明を組み合わせることも可能である。

【0016】

6

【発明の実施の形態】

（実施形態1）以下に本発明の一実施形態を図1に基づき説明する。有底筒形状からなる鋳型1は、昇降可能な鋳型台2上に載置されており、鋳型1の周囲には熱源として環状にヒータ3が配置されている。なお、上記鋳型台2は、小径筒状のロッド筒部2aと、大径筒状で鋳型よりやや小径の載置筒部2bとで構成されており、該載置筒部2bと上記鋳型1の移動側端部である底部との間で冷却室4が構成されている。上記鋳型1の底部下面には、中央に凹部1aが形成されているとともに冷却室4に露出するように環状の放熱フィン5a～5cが同心状に形成されており、互いの間隔は放熱フィン5a、5b間よりも放熱フィン5b、5c間の方が広がっている。すなわち、上記放熱フィン5は、外周側ほど設置間隔が広がっており、中心側から周縁側にかけて放熱フィンによる冷却性能が小さくなっている。また、鋳型台2内には、上記放熱フィン5a～5cと互い違いに環状片6a～6cが位置する通気路壁板6が鋳型台2の側壁及び底部と隙間を有するようにして放熱フィン5a～5cと向かい合わせに配置されている。また、該通気路壁板6の中央にはガス導入部である通気孔7aが形成されており、該通気孔7aと連通するようにして通路板6の下方に通気管7bが連結されている。該通気管7bは下方に伸長し、鋳型台2のロッド筒部2a内面と隙間を有するようにして該ロッド筒部2a内を通り、図示しない送風装置に連結されている。また、前記鋳型1の底部の中央部には熱電対8a、周縁部に熱電対8b、鋳型1の側壁に熱電対8cが埋設され、さらに鋳型1の上方に熱電対8dが臨ませてあり、これら熱電対によって原料の温度を観察（間接的観察）し、所望により熱源の温度や鋳型の移動速度、冷却ガスによる冷却を調整する。

【0017】次に、上記装置による凝固材の製造方法を説明する。まず、原料10として純Siを用意し、必要量を鋳型1内に収容する。次いで、ヒータ3に所定の電力を供給し、所定温度にまで昇温させて原料10を溶解させる。次いで、鋳型台2を下降させるとともに、送風装置から冷却媒体としてガスを通気管7bに送出する。

ガスは、通気管7bから通気孔7aを通過して冷却室4に達し、鋳型1底面の凹部1aに当たった後、放熱フィン5a～5cと環状片6a～6bとの間の隙間によって形成される、蛇行した通気路を通り、最終的には、通気路壁板6と載置筒部2bとの隙間である側方隙間と底部隙間を通り、さらに通気管7bの外周とロッド筒部2a内面との隙間を通過して、所定箇所へと移動する。上記した鋳型1の下降とガスによる冷却により、鋳型1内で溶解している原料10は、鋳型1の下部に接した下端より徐々に上方に向けて凝固を開始し、最終的に一方向に凝固した凝固材が得られる。

【0018】なお、上記実施形態では、放熱フィン5a～5bの表面積と配置間隔とによってガスによる冷却が

(5)

特開平10-139580

7

中央ほど冷却効率が大きく、外周に行くに従い冷却効率が低くなるので、冷却しにくい中央部の冷却がより促進され、冷却が早い外周側の冷却の促進が抑えられ、全体として横方向において均等な凝固速度が得られる。これにより鑄型側面での核発生が防止され、上方向に沿って一様に凝固した良質の凝固材が得られる。

【0019】（実施形態2）この実施形態は、上記実施形態と異なり鑄型冷却後のガスを溶湯表面に吹き付けるものである。以下に、その構造を図3に基づき説明するが、上記実施形態と同様の構造については、同一の符号を付して説明を省略または簡略化する。上記実施形態で示した通気管7bとロッド筒部2aとの間隙は、ロッド筒部2a上端部で封止されており、載置筒部2bの底部にガス排出部として排気口20が設けられている。該排気口20には、ガス通路としてガス管21が連結されている。ガス管21は炉外を通り（図中一部省略）、鑄型1の上方に至るように配管されており、ガス管21の先端にはガス放出部としてガス吹き付け装置22が取り付けられている。この実施形態では、上記実施形態と同様に鑄型1を冷却したガスを排気口20から取り出し、ガス管21を通してガス吹き付け装置22から高温の原料10に向けてガスを吹き付ける。このガスは、鑄型1を加熱した際に適度に昇温しており、これを原料10に吹き付けることにより原料10を適度に冷却することが避けられ、また、エネルギーを効率的に利用することとともに加熱炉内で発生した粉塵の燃焼、混入による鑄型内の原料の汚染を防止することができる。なお、上記実施形態では、鑄型を冷却した全てのガスを常時原料10に吹き付けるものとしたが、バルブ等により一部を所望の時にだけ原料に吹き付けるように構成することも可能である。

【0020】（実施形態3）実施形態3は、図4に示すように鑄型の底部に近接して補助熱源として補助ヒータ30a、30bを配置したものであり、実施形態1と同様の構成については、説明を省略または簡略化する。この実施形態では、鑄型1を下降させる際に、適宜、補助ヒータ30a、30bを作動させて鑄型1の移動側端部における冷却速度を調整することができる。また、この実施形態の補助ヒータは、ゾーン毎に複数個のヒータで構成されており、それぞれ独立して作動可能としてあるので、鑄型底部を部分的に、例えばゾーン毎に加熱することができる。なお、ゾーン毎に加熱すれば、ゾーン毎に冷却の制御が可能になり、鑄型の直径方向に温度差をつけて、異方向の結晶成長を抑制し、側面からの核発生を防止することができる。なお、この実施形態では、冷却媒体による強制冷却は行わないものとしたが、冷却媒体による冷却と補助熱源による加熱とを組み合わせて冷却速度を最適に保つことも可能である。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明の一方向凝固

8

材の製造方法によれば、原料を収容した鑄型と熱源とを互いに遠ざけるように一方または両方を特定方向に移動させるとともに前記鑄型の移動側端部を冷却媒体で冷却して鑄型内の溶解した原料を一方方向に凝固させる一方向凝固材の製造方法において、前記鑄型の移動側端部を中心から周縁に掛けて冷却効率が減少するように冷却媒体で冷却するので、移動側端部において均等な冷却速度が得られ、側方からの核形成が抑制されて一つの方向に沿って凝固した良質な凝固材が得られる。

【0022】また、前記冷却媒体としてガスを使用し、鑄型を冷却した後のガスを鑄型内の原料に吹き付ければ、原料の過冷却が防止されるとともにエネルギーを有効に利用することができる。また、鑄型の移動側端部に近接して補助熱源を配置して原料の冷却に補助熱源による加熱を加えて鑄型内原料の冷却を制御するものとすれば、冷却速度を適宜調整して的確な凝固を行わせることができる。また、補助熱源を複数ゾーン毎に設ければ、局部的な温度や冷却速度の変化を調整しやすく、鑄型の移動側端部での場所による冷却速度のばらつきをなくして均等な凝固速度を得ることができる。また移動側端部方向での温度制御により、より良質の凝固材を得ることも可能になる。

【0023】さらに、本発明の一方向凝固装置によれば、鑄型の移動側端部面に、複数の放熱フィンを並列させ、該放熱フィンを鑄型端部面の中心から周縁に掛けて冷却効率が減少するように形状または配置を調整すれば、装置の構造によって鑄型の移動側端部での冷却速度を均等にすることができ、特別な操作や使用方法を必要としないで良質の凝固材を製造することが可能になる。また、鑄型の局部的な温度や冷却速度の変化の調整が容易である。

【0024】また、鑄型の移動側端部に冷却ガス導入部と冷却ガス排出部とを有する冷却室を設け、前記冷却ガス排出部にガス通路を連結し、ガス通路に鑄型内原料にガスを吹き付けるガス放出部を連結すれば、簡易な構造によって高温の原料を効率的に冷却することができ、また原料の過冷却も防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態の装置を示す正面端面図である。

【図2】 同じく鑄型移動側端部付近の拡大端面図である。

【図3】 本発明の他の一実施形態の装置を示す正面端面図である。

【図4】 さらに他の一実施形態の装置を示す正面端面図である。

【図5】 従来の一方向凝固装置を示す正面端面図である。

【図6】 同じく凝固途中の一方向凝固装置を示す正面端面図である。

(6)

特開平10-139580

9

10

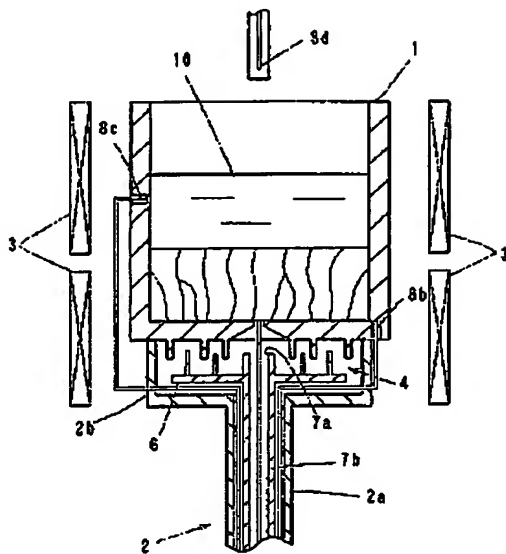
## 【符号の説明】

1 鋳型  
 3 ヒータ  
 4 冷却室  
 5a、5b、5c 放熱フィン  
 6a、6b、6c 環状片  
 7a 通気孔

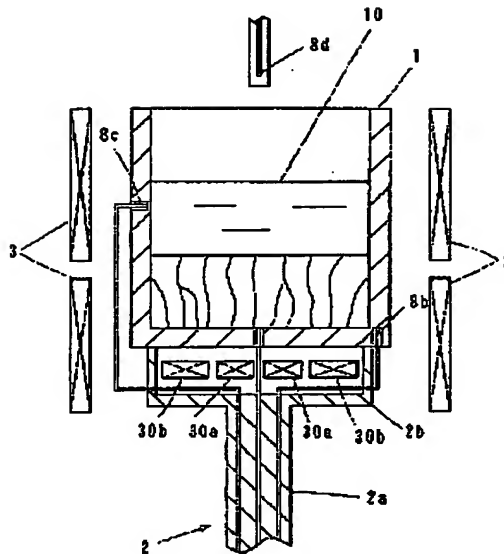
\* 7b 通気管  
 10 原料  
 20 排気口  
 21 ガス管  
 22 ガス吹き付け装置  
 30a、30b 補助ヒータ

\*

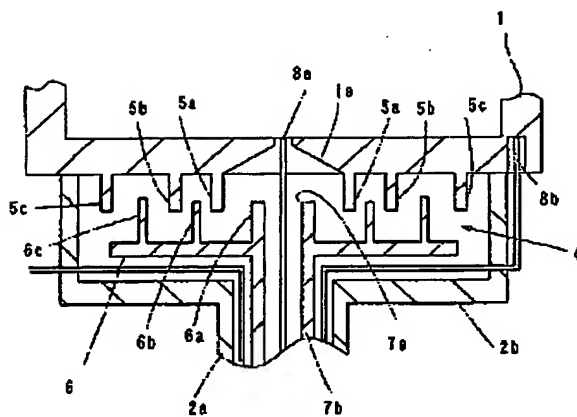
【図1】



【図4】



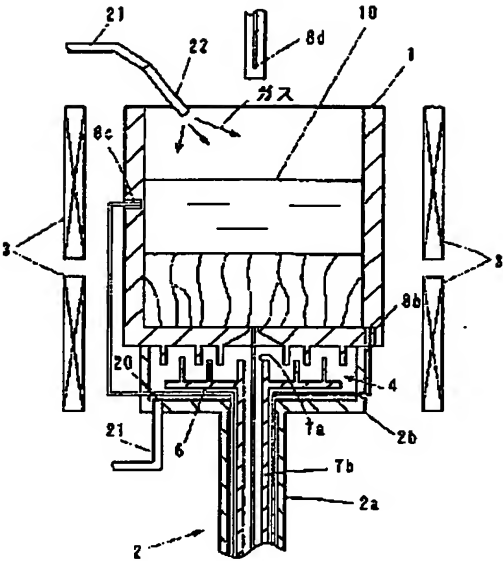
【図2】



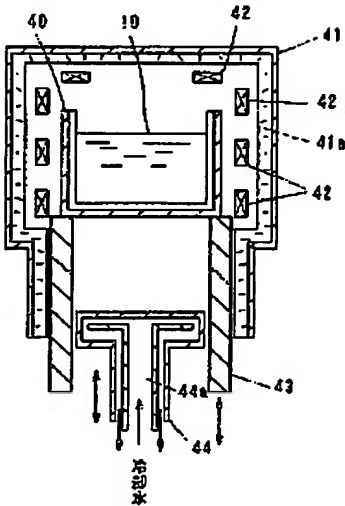
(7)

特開平10-139580

【図3】



【図5】



【図6】

